

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ БАТРАХОКОМПЛЕКСА ПОД ДЕЙСТВИЕМ УРБАНИЗАЦИИ

В.Л. Вершинин
ИЭРиЖ УрО РАН, г. Екатеринбург, РФ
wow@ipae.uran.ru

FUNCTIONAL TRANSFORMATIONS of BATRACHOCOMPLEX UNDER EFFECT of URBANIZATION - *V.L. Vershinin* - The author discusses examples of functional changes in ecosystems that occurred under effect of urbanization on communities and populations structure. The examples include food chains of native and invasive amphibian species, host-parasite relations and morphogenesis, genetic structure in connection with physiological specific, some questions of quantitative and qualitative morphology variability. Share of different functional groups in city communities, their interrelationship and life strategy canalization are strongly influencing genetic structure of populations, their morphogenesis, and reproductive parameter. Finally these changes determine energy and substances flow in; serious environment forming role specific. Main balance of ecosystem homeostasis depends from the functional contribution of community blocks of community.

В настоящее время накоплено достаточно много сведений об экологических закономерностях существования популяций отдельных видов на антропогенно-модифицированных территориях. В то же время сведений о существенных изменениях функциональных связей и закономерностях протекания процессов, способных изменять функциональные характеристики экосистем Уральской горной страны - уникального ландшафтно-геохимического образования и крупного промышленного региона с многовековой историей развития, в настоящее время немного.

В зависимости от особенностей реализации жизненного цикла в конкретных условиях зависят численность и соотношение определенных групп в сообществе и соответственно, меняется их функциональный вклад в общий баланс устойчивости экосистемы. В настоящей работе на примере амфибий мы рассматриваем некоторые функциональные изменения, происходящие в экосистемах под действием урбанизации.

Исследования по питанию сеголеток в период завершения метаморфоза показали, что в связи с особенностями популяционной динамики (низким уровнем смертности) в этот период в околородных экосистемах на урбанизированных территориях сокращается доля микроартропод, среди которых доля редуцентов - коллембол, играющих важную роль в почвообразовательных процессах, заметно выше на городских территориях (14-33% против 9-12%). По учетам почвенной микро и мезофауны в местах обитания сеголеток установлено, что с момента выхода на сушу до достижения 54 стадии в 62,5% случаев в популяциях отмечается увеличение общего числа объектов на единицу площади. В местообитаниях городской черты такое увеличение отмечается лишь в 25% случаев, что, возможно, является следствием того, что эффективность изъятия беспозвоночных в городских изолятах в среднем в 2,1 раза больше. В зоне II за две недели возрастает количество клещей, пауков, коллембол, трипсов, перепончатокрылых и чешуекрылых и снижается число нематод, жесткокрылых, двукрылых. Равнокрылые представлены только фитофагами (*Aphidinea*, *Cicadinea*, *Aphrophoridae*), среди перепончатокрылых, также отмечены фитофаги (*Cynipoidea*). В контроле за это время происходит увеличение доли нематод и снижение встречаемости клещей. Во всех остальных зонах сколько-нибудь существенные изменения отмечены в 1-2 группах.

Заполнение освобождающейся ниши травяной лягушки на урбанизированных и антропогенно-преобразованных территориях видом-вселенцем - озерной лягушкой сопровождается возникновением прессинга новой генерации этого вида амфибий на беспозвоночных-гидробионтов, которые не потребляются аборигенными видами бесхвостых амфибий. Доля водных форм в пищевом спектре новой генера-

ции урбанизированных территорий варьирует от 0,5 до 22%. Кроме того, в питании взрослых *Rana ridibunda* при дефиците других пищевых объектов включаются позвоночные животные (рыба, головастики и сеголетки собственного вида, грызуны и насекомоядные), что существенно меняет структуру трофических связей наземных и водных экосистем. **L:** включения озерной лягушки в структуру водных и околородных сообществ, связующим звеном между водными и наземными экосистемами Восточного склона Среднего Урала были личинки амфибий, в настоящее время в этот процесс вовлечены также дефицитивные особи озерной лягушки.

Для амфибий Неоарктики известно [9,10], что наличие цист в зонах активного морфогенеза, протекающего в период метаморфоза в организме сеголеток, инициирует возникновение многокочности, облегчающее потребление инфицированных трематодами особей окончательным хозяином - птицей или рептилией. Изучение изменчивости скелета постметаморфически* особей *R. arvalis* из популяций, инфицированных трематодами - *Holostephanus volgensis*, выявило увеличение частоты и спектра девиантных форм скелета в присутствии цист этого паразита [4]. Для Палеарктики впервые отмечена возможность влияния инфицированности цистами трематод популяций остромордой лягушки *R. arvalis* на морфогенез скелета сеголеток. Трематодная инвазия полностью отсутствует на урбанизированной территории и встречается только в популяциях лесопарковой зоны и загородных популяций. Вклад паразитарной инвазии в формирование девиантных форм скелета составляет 53,8% в лесопарковой зоне и 29,2% в лесной популяции. Т.е., несмотря на сходную инвазивность лесных и лесопарковых популяций (31,2 против 28,3 % соответственно) стабильность онтогенеза во втором случае ниже в 1,54 раза, что, вероятно, связано с сочетанным действием поллютантов и инфицированных метациркаррий.

Физиологический ответ организма на быстрые изменения среды - важнейший в ряду адаптации, в силу его оперативности. Пределы скорости индивидуальной аккомодации определяются видовой спецификой, а также, на уровне особей, генотипическими различиями. Так, на взрослых особях озерной и остромордой лягушек показано физиологическое различие в скорости созревания эритроцитов (табл.1). Так, доля предшественников эритроцитов у бесполовых животных обоих видов значимо выше ($F=6,6621$, $p=0,00345$ и $F=3,7743$, $p=0,0267$ соответственно), тогда как количество эритроцитов существенно больше у полосатых особей - *striata*.

Ранее на сеголетках нашими исследованиями было установлено, что для данной морфы сеголеток остромордой и озерной лягушки характерен высокий дина-

Таблица 1.
Различия в содержании эритроидных предшественников и эритроцитов у разных морф остромордой и озерной лягушек

Вид	Морфа	Эритроидные предшественники, %	N
R. arvalis	Бесполовые	36,5±3,4	87
	Striata	19,3±5,6	35
	Морфа	Эритроциты	N
	Бесполовые	295867,8±16325,9	87
	Striata	325860,0126726,7	35
R. ridibunda	Бесполовые	54,4±5,8	24
	Striata	21,8±7,3	15
	Морфа	Эритроциты	N
	Бесполовые	332416,7123274,2	24
	Striata	350833,3±29439,8	15

...и реакцией гемопоэтической системы [3], что играет важную роль в процессах индивидуальной адаптации при резких изменениях условий среды [7]. Наряду с целым комплексом других физиологических особенностей [2] эта особенность обуславливает селективные преимущества фенотипа striata в условиях динамичных изменений среды и изменение генетической структуры популяций в условиях антропогенных преобразований среды, естественных и искусственных геохимических аномалий [1].

Закономерность динамики изменчивости меристемических и качественных признаков популяций остромордой лягушки в градиенте урбанизации подчиняется различным закономерностям. Так, коэффициент вариации длины тела сеголеток значительно снижается в «переходных» зонах - лесопарковой и зоне малоэтажной застройки (рис. 1). В то же время спектр девиантных форм расширяется от 10 вариантов в загородной популяции до 11-12 вариантов в переходных зонах и 13 в зоне многоэтажной застройки (рис. 2).

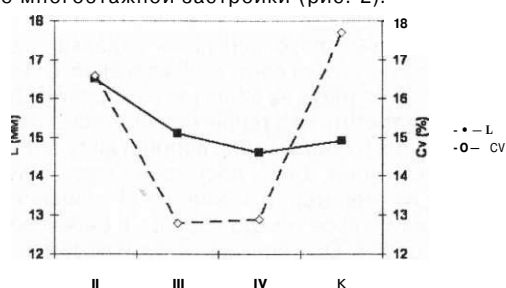
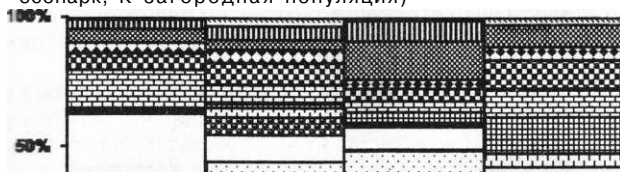


Рис. 1.

Динамика длины тела сеголеток **R. arvalis** и коэффициента вариации в градиенте урбанизации (II - многоэтажная застройка, III - малоэтажная застройка, IV - лесопарк, K-загородная популяция)



Размеры тела сеголеток из популяций, в разной степени подверженных антропогенному воздействию, также значительно отличаются у обыкновенного тритона и остромордой лягушки. В обоих случаях наблюдается увеличение размеров тела с ростом урбанизации ($p=0,037$ и $p<0,0001$ соответственно).

Значения коэффициентов вариации длины тела сеголеток остромордых лягушек в зонах IV и III низки (относительно загородной популяции), а в группировках II зоны увеличиваются.

Диапазон модификационной изменчивости зависит, с одной стороны от лабильности структур (точнее, процессов развития) самого организма, с другой - от разнообразия той среды, в которой исторически развивался этот организм. Если развитие организма протекало в сложной разнообразной обстановке, то адаптивность его структур и реакций должна захватывать более широкий диапазон изменений [8]. Если общее уменьшение изменчивости популяции следует рассматривать как результат усиления отбора в его стабилизирующей форме, то увеличение изменчивости и расширение вариационной кривой есть лишь результат ослабления отбора.

У хвостатых, более чувствительных к изменению мест обитания (сибирский углозуб, обыкновенный тритон), отмечается снижение изменчивости в популяциях, подверженных максимальной антропогенной нагрузке, где невозможно нормальное воспроизводство. Данные по изменчивости длины тела повторяются в течение 30 лет и свидетельствуют о наличии адаптивных изменений в популяциях остромордых лягушек в зоне многоэтажной застройки. Такие популяции выходят из под действия факторов, влияющих на животных популяций зон III и IV. Это косвенно подтверждается данными по нервно-мышечной аккомодометрии остромордой лягушки, свидетельствующих о наличии физиологических адаптации у животных зон III и IV и отсутствии таковых в загородной популяции и зоне II [5].

Успех воспроизводства популяции - важнейшая характеристика, определяющая ее способность к существованию в течение длительного времени. С другой стороны, репродуктивные показатели зависят от размерно-возрастной структуры производителей, физиологического состояния самок, что позволяет оценить биотический потенциал популяции. Все амфибии относятся к r-стратегам, но у каждого из видов имеется свой вариант. Исследование динамики плодовитости сибирского углозуба показало, что влияние урбанизации выражается в снижении плодовитости животных при двукратном увеличении дисперсии и возрастании степени асимметрии кладок. Связь сокращения плодовитости сибирского углозуба с процессом падения численности популяции, рост асимметрии кладок свидетельствуют о дисфункции репродуктивной системы самок, обусловленной повышением энергетических затрат производителей на физиологические адаптации в ухудшающихся условиях среды.

В случае представителей рода Rana отмечена разнонаправленная реакция репродуктивной системы близ-

- Синдактилия
- ШЗтромалия
- вЗтромалия
- аБрахнемия
- Искривление осевого скелета
- Пигментные отклонения
- ш Мандибулярная гипоплазия
- Гемимемия
- нОтек
- Кралчатость
- о Синдром неподвижной конечности
- Дефекты глаза
- Депигментация радужины

Рис. 2.

Динамика спектра внешних морфологических девиаций и их доли у сеголеток **R. arvalis** в градиенте урбанизации

ких видов - остромордой и травяной лягушек: падение плодовитости и размеров яйца на фоне повышения устойчивости яиц к изменениям химизма среды у *R. arvalis* и классическая г-стратегия у *R. temporaria* без роста толерантности кладок к загрязнению. Репродуктивный успех озерной лягушки обусловлен откладкой икры порциями и значительной толерантностью этого вида к поллютантам. Видовая специфика канализации г-стратегии у представителей рода *Rana* имеет своим следствием различия в картине смертности в течение онтогенеза и как результат - ведет к формированию неодинаковых дефинитивных его вариантов, что хорошо отражают спектры девятиатных морфологических форм. Следует помнить, что процессы формообразования в онтогенезе - важное промежуточное звено между функциональной биологией и эволюцией [6]. По этой причине характер ответа морфогенетической системы вида может определить его судьбу при динамичных флуктуациях среды.

Устойчивое функционирование экосистем обусловлено характером взаимодействия функциональных групп и функциональным разнообразием сообществ. Таким образом, при динамичных антропогенных преобразованиях среды, становится особенно важным изучение изменений в соотношении функциональных групп и, как следствие, функциональных связей.

Работа выполнена при финансовой поддержке
РФФИ Урал проект № 10-04-96084

- Библиография:
1. Вершинин В.Л. Значение рецессивных и доминантных мутаций в процессах адаптации рода *Rana* в современной биосфере / В.Л. Вершинин // Генетика. 2006. Т.42. №7. С.912-916.
 2. Вершинин В.Л. Морфа *striata* - и ее роль в путях адаптации генеза рода *Rana* в современной биосфере / В.Л. Вершинин // Докл. РАН., 2004. Т.396. №2. С.280-282.
 3. Вершинин В.Л. Морфа *striata* у представителей рода *Rana* (*Amphibia*, *Anura*) - причины адаптивности к изменениям среды / В.Л. Вершинин // Журн. Общ. биол. 2008. Т.69, №1. С.65-71.
 4. Вершинин В.Л. Предварительные данные о возможном влиянии церкариоза на морфогенез скелета *Rana arvalis* Nilsson, 1842 на восточном склоне Уральских гор / В.Л. Вершинин, Н.С. Неустроева // Горные экосистемы и их компоненты: тр. Междунар. конф., 2009г. РАН, Ин-т экологии горных территорий Кабардино-Балкар. науч. центра. М.: КМК, 2009. С.240-242.
 5. Вершинин В.Л. Физиологические показатели амфибий в экосистемах урбанизированных территорий / В.Л. Вершинин, С.Ю. Терешин // Экология. 1999. №4. С.283-287.
 6. Гилберт С.Ф. Новый синтез эволюционной биологии и биологии развития / С.Ф. Гилберт, Д.М. Опиц, Э.А. Рэф // Онтогенез. 1997. Т.28, №5. С.325-343.
 7. Сюзюмова Л.М. Особенности эритропоэза у личинок бесхвостых амфибий в зависимости от условий развития / Л.М. Сюзюмова С.И. Гребенникова // Экспериментальная экология низших позвоночных. Свердловск, 1978. С.32-47.
 8. Шмальгаузен И.И. Пути и закономерности эволюционного процесса / И.И. Шмальгаузен / Избранные труды. М.: Наука, 1983. 360с.
 9. Hecker L. Developmental analysis of limb deformities in amphibians / L. Hecker, S.K. Sessions // Bios (USA). 2001. V.72, №1. P.9-13.
 10. Ruth S. Flukes produce legs in profusion / S. Ruth // New Sci. 1987 V.113, №1551. P.24.



ОРНИТОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА В АЭРОПОРТУ «РОЩИНО» г.ТЮМЕНИ

С.Н. Гашев, С.И. Шаповалов, О.А. Хританько, В.В. Макарова
ГОУ ВПО «ТюмГУ», г.Тюмень, РФ
GSN-61@mail.ru

ORNITOLOGICAL CONDITIONS at the AIRPORT "ROSCHINO" of TYUMEN - S.N. Gashev, S.I. ShaDovalov, O.A. Khritano, V.M. Makarov - Researches 2000-2009 years have shown, that in area of the airport "Roschino" in Tyumen continues to be kept difficult ornitological a situation, which creates danger to flights of planes. The basic danger is represented by such kinds of birds, as *Larus cachinnans*, *Larus canus*, *Numenius arquata*, *Anas platyrhynchos*, *Corvus frugilegus*, *Corvus monedula*, *Corvus comix*, *Turdus pilaris*, *Nyctea scandiacc*, *Asio flammeus*, *Lyrurus tetricus*, *Grus grus*, *Milvus migrans*, *Buteo bute*, *Haliaeetus albicilla* at all.

Учеты численности птиц, проведенные в различные фазы годового цикла птиц в 2009 году, продолжающие подобные исследования прошлых лет, позволили сделать определенный вывод о сохранении сложной орнитологической обстановки в районе аэропорта. В целом направления миграций птиц и места их скопления по сравнению с таковыми в 2000-2004 гг. изменились мало, сильнее варьирует видовой состав и относительное обилие птиц.

Орнитологическая ситуация в гнездовой период становится значительно более сложной по сравнению с зимним периодом за счет прилета с юга перелетных птиц. В этот период прилетают чайки, отсутствовавшие в зимнее время, серые журавли, хищные птицы и некоторые другие, перелетные и кочующие виды. Общее количество зарегистрированных видов составляет 44 при общем относительном обилии 22.7 особей на 10 км маршрута. В это время отмечаются протяженные кормовые перелеты молодых и холостых птиц у чаек, хищных птиц, грачей, галок. При этом, однако, птицы, сидящие на гнездах, ограничены в своей подвижности и собирают корм поблизости. Доминирующими по обилию являются такие виды как грач (безусловный доминант), два вида воробьев, галка и серая ворона. В это время над аэропортом встречаются городские ласточки и ласточки-береговушки, имеющие широкий радиус активности и улетающие в поисках корма на несколько километров от

гнезда. Врановые довольствуются падалью, разоряют гнезда других птиц или ловят мелких зверей. Обычно они не удаляются от гнезд на большие расстояния. Однако и их можно встретить над территорией аэропорта, так как многие из них (сорока, серая ворона) могут гнездиться на его территории. Здесь достаточно мест, пригодных для этого: на территории аэропорта «Рощина» на сосне мы находили старое гнездо вороны, в березовой роще жилое - сороки. Еще больше гнезд находится в непосредственной близости от аэропорта за его границами. В гнездовой период заметно возрастает активность кормящих птиц, в связи с чем, они могут появиться над взлетными полосами. При этом важно учитывать и суточную активность птиц, характеризующуюся двумя пиками (утренним и вечерним), а также направления суточных перемещений наиболее массовых видов птиц (это, в первую очередь, - галки, грачи и вороны, в меньшей степени - чайки, дрозды и сороки).

В постгнездовой период количество видов птиц в учетах снижается, но их обилие возрастает, что связано с увеличением количества птиц в результате размножения. Так количество зарегистрированных в этот период видов составляет лишь 37, а общее относительное обилие - 41. £ особи на 10 км маршрута. Доминируют по обилию воробей домовый и грач, несколько меньше вороны, галка белой трясогузки. При этом наблюдается суточные миграции отдельных особей хищных птиц (черного коршуна